

Écrire dans les cours de sciences de la nature au secondaire : pourquoi et comment?

Léonard Rivard

Volume 21, numéro 1-2, 2009

Apprendre en français en milieu francophone minoritaire

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/045328ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/045328ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Presses universitaires de Saint-Boniface (PUSB)

ISSN

0843-9559 (imprimé)

1916-7792 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Rivard, L. (2009). Écrire dans les cours de sciences de la nature au secondaire : pourquoi et comment? *Cahiers franco-canadiens de l'Ouest*, 21(1-2), 179–210. <https://doi.org/10.7202/045328ar>

Résumé de l'article

La littératie, constituée d'un ensemble de pratiques sociales où l'individu se représente le monde et communique avec les autres, comprend plusieurs formes, dont la littératie académique. Celle-ci, pour se développer pleinement, doit être étayée par des activités pédagogiques pertinentes. Or, les élèves écrivent peu au secondaire, et encore moins dans les cours de sciences. Pourtant, la langue, particulièrement écrite, est un outil indispensable à l'acquisition et à la transmission des savoirs scientifiques. En outre, les pratiques langagières en usage dans les communautés discursives que forment les scientifiques privilégient certains genres et types de textes, qui possèdent leurs caractéristiques linguistiques et textuelles. Or, celles-ci sont rarement l'objet d'un enseignement explicite dans les cours de sciences. Par ailleurs, les évaluations nationales et internationales ont mis en évidence des différences importantes en sciences, en lecture et en écriture entre les minorités linguistiques ou culturelles et les groupes majoritaires au Canada et ailleurs. Ces divers constats militent en faveur d'un enseignement explicite des stratégies d'écriture, tant cognitives que métacognitives, qui ont, comme le montrent de nombreuses recherches, une grande incidence sur la qualité de l'écriture des élèves en sciences. Cette écriture relève par ailleurs de deux fonctions: instrumentale, à des fins de communication d'information à autrui, et épistémique, à des fins d'apprentissage. Dans cette double perspective, stratégique et fonctionnelle, l'article présente une vaste gamme de tâches d'écriture en sciences, significatives pour les élèves, telles que résumé, journal de bord et textes descriptif, explicatif et argumentatif, mettant l'accent, entre autres, sur la réflexion des élèves sur les concepts scientifiques. Un cadre conceptuel pour faciliter le développement de tâches d'écriture variées en sciences est également présenté. L'écriture en sciences s'avère un outil indispensable, non seulement pour renforcer les compétences des élèves en littératie, mais également pour bonifier leur culture scientifique et, plus fondamentalement, pour leur donner une représentation plus exacte des sciences comme moyen de connaissance du monde.

Écrire dans les cours de sciences de la nature au secondaire: pourquoi et comment?

Léonard RIVARD

Collège universitaire de Saint-Boniface

RÉSUMÉ

La littératie, constituée d'un ensemble de pratiques sociales où l'individu se représente le monde et communique avec les autres, comprend plusieurs formes, dont la littératie académique. Celle-ci, pour se développer pleinement, doit être étayée par des activités pédagogiques pertinentes. Or, les élèves écrivent peu au secondaire, et encore moins dans les cours de sciences. Pourtant, la langue, particulièrement écrite, est un outil indispensable à l'acquisition et à la transmission des savoirs scientifiques. En outre, les pratiques langagières en usage dans les communautés discursives que forment les scientifiques privilégient certains genres et types de textes, qui possèdent leurs caractéristiques linguistiques et textuelles. Or, celles-ci font rarement l'objet d'un enseignement explicite dans les cours de sciences. Par ailleurs, les évaluations nationales et internationales ont mis en évidence des différences importantes en sciences, en lecture et en écriture entre les minorités linguistiques ou culturelles et les groupes majoritaires au Canada et ailleurs. Ces divers constats militent en faveur d'un enseignement explicite des stratégies d'écriture, tant cognitives que métacognitives, qui ont, comme le montrent de nombreuses recherches, une grande incidence sur la qualité de l'écriture des élèves en sciences. Cette écriture relève par ailleurs de deux fonctions: instrumentale, à des fins de communication d'information à autrui, et épistémique, à des fins d'apprentissage. Dans cette double perspective, stratégique et fonctionnelle, l'article présente une vaste gamme de tâches d'écriture en sciences, significatives pour les élèves, telles que résumé, journal de bord et textes descriptif, explicatif et argumentatif, mettant

l'accent, entre autres, sur la réflexion des élèves sur les concepts scientifiques. Un cadre conceptuel pour faciliter le développement de tâches d'écriture variées en sciences est également présenté. L'écriture en sciences s'avère un outil indispensable, non seulement pour renforcer les compétences des élèves en littératie, mais également pour bonifier leur culture scientifique et, plus fondamentalement, pour leur donner une représentation plus exacte des sciences comme moyen de connaissance du monde.

ABSTRACT

Literacy—made up of an array of social practices whereby individuals form their view of the world and communicate with others—takes several forms. One of these is academic literacy. To develop fully, academic literacy must be supported by appropriate educational activities. However, students do very little writing in secondary school—and even less in science classes. And yet, language—particularly written language—is an essential tool for acquiring and passing along scientific knowledge. Moreover, linguistic practices in use in the discursive communities that form among scientists favour certain kinds and types of writing, which have their own linguistic and textual characteristics. Ironically, these types of writing are seldom explicitly taught in science courses. Moreover, national and international assessments have revealed significant differences in science, reading, and writing between members of linguistic or cultural minorities and the groups that make up the majority—both in Canada and elsewhere. These observations serve as arguments for explicitly teaching writing strategies (both cognitive and meta-cognitive). These writing strategies, as is supported by a wide body of research, have a great impact on the quality of writing produced by science students. Moreover, this writing tends to have one of two functions—either instrumental, that is, for purposes of conveying information to others; or epistemic, that is for learning purposes. Working from this two-fold perspective (strategic and functional), this article presents a wide variety of writing tasks in the sciences that are meaningful to the students—for example, writing an abstract; keeping a logbook; and producing descriptive, explanatory, and persuasive writing

emphasizing (among other things) students' reflections on scientific concepts. A conceptual framework to facilitate development of a variety of writing tasks in the sciences is also presented. Writing in the sciences proves to be an essential tool, not only for reinforcing the competencies of students in literacy, but also for improving their scientific culture and, more fundamentally, for giving them a more precise representation of the sciences as a means of attaining knowledge of the world.

«Explicit instruction embedded in the authentic context of scientific inquiry can clarify [...] the relationship between evidence, warrants, and claims; and what, how, when, and why to use specific writing strategies.»
(Hand, Prain et Yore, 2001, p.112).

La littératie est constituée d'un ensemble de pratiques sociales où l'individu se représente le monde et communique avec l'autre (Barton, 2007; Gee, 2004). Dès la naissance, elle se manifeste chez l'enfant à partir des expressions visuelles, gestuelles et orales des parents, pour se transformer plus tard en pratiques étayées en lecture et en production écrite, au sein de la famille puis à l'école. Cependant, il n'y a pas une littératie, mais plusieurs (Barton et Hamilton, 2000). Nous pouvons donc parler de littératie vernaculaire, de littératie académique et même de littératie au travail. En outre, Barton (2007) signale que le bilinguisme peut être associé à différentes littératies selon la langue utilisée et que les écoles devraient tenir compte de ce constat.

La littératie académique ne se développe pas seule, mais doit être modelée et développée en passant par des activités pédagogiques pertinentes. En salle de classe, tout enseignant devrait faire appel à l'oral, à la lecture et à l'écrit dans ses pratiques pédagogiques, peu importe la matière scolaire (Nystrand, Gamoran et Carbonaro, 2001). De plus, la lecture et l'écrit sont interreliés, font appel à un ensemble commun de compétences sous-jacentes et peuvent difficilement être divorcés l'un de l'autre dans les pratiques scolaires (Greene et Ackerman, 1995; Shanahan, 2006). Nous avons déjà proposé des stratégies pour développer la lecture chez les élèves dans les cours de sciences au secondaire (Rivard et Cormier, sous presse). Dans le présent article, nous proposons des stratégies afin de mieux exploiter

la production écrite pour enseigner et apprendre les sciences. Bien que nous ayons abordé séparément ces deux démarches pour mieux articuler nos idées, nous reconnaissons que lire et écrire sont intimement liés dans les pratiques scolaires. Une première section de l'article fait valoir la pertinence, voire la nécessité, d'écrire en sciences. Une deuxième section porte sur l'enseignement des stratégies, cognitives et métacognitives, qui ont une incidence sur la qualité de l'écriture des élèves en sciences. La troisième et dernière section de l'article est consacrée à la présentation d'une vaste gamme de tâches d'écriture en sciences. Le tout, au nom d'un enjeu : valoriser chez les élèves la fonction des sciences comme moyen de connaissance du monde.

POURQUOI ÉCRIRE DANS LES COURS DE SCIENCES?

1. Une situation préoccupante

Selon des études récentes, plusieurs finissants des écoles nord-américaines présentent encore des lacunes importantes à la fin de leur scolarité en ce qui concerne leurs compétences en lecture et en écriture (Deshler et Hock, 2007; Harris et Graham, 2007; National Center for Education Statistics, 2009; Salahu-Din, Persky et Miller, 2008). De plus, un bon nombre d'étudiants au niveau postsecondaire éprouvent encore de sérieuses difficultés en lecture et en écriture, tandis que plusieurs individus qui s'intègrent au monde du travail font face, dans ce domaine, à d'importants défis tout au long de leur vie (Grenier *et al.*, 2008; Venezky, 2000). Si un nombre important d'élèves arrivent au secondaire peu préparés pour les exigences académiques de ce niveau scolaire, c'est que l'école ne leur a pas enseigné, explicitement, les compétences nécessaires en littératie afin d'assurer leur succès ultérieur (Kamil, 2003; Troia, 2007). Cette situation est évidemment préoccupante. Nous croyons que des compétences minimales en littératie sont essentielles pour devenir apprenant autonome, pour s'intégrer dans un monde de travail de plus en plus complexe et pour participer pleinement en tant que citoyen éclairé dans une société démocratique (Kamil, 2003; Lemke, 2000; Shanahan, 2004).

2. Discours, genres et types de texte

Discours, genres et types de textes sont trois concepts souvent utilisés pour décrire des pratiques langagières à l'écrit. Le terme «discours» fait référence aux textes et aux pratiques langagières caractérisant une communauté quelconque, par exemple un groupe de médecins dans un hôpital, les *aficionados* de musique jazz dans un club de nuit, ou même les élèves dans une classe en sciences de la nature au secondaire (Barton, 2007). Nous pouvons également parler de communautés discursives. Cette image de communauté est puissante car elle permet de visualiser les scripteurs, les textes et les lecteurs dans un même espace discursif (Hyland, 2003). Une communauté discursive privilégie certains genres de textes ou «méga-outil[s]» (Schneuwly, 1995, p. 78) pour communiquer ses idées aux membres. Tous les genres ont des fonctions particulières et «possèdent des particularités linguistiques et textuelles» (Chartrand, Blaser et Gagnon, 2006, p. 278). Un genre peut être constitué de plusieurs types de textes.

Le rapport de recherche est le genre dominant de la communauté scientifique (Bazerman, 1988; Yore, 2004). En outre, le rapport de laboratoire conventionnel, qui est son homologue scolaire, intègre différents types de textes: descriptif, explicatif et argumentatif, selon les intentions du scripteur dans les différentes parties du rapport. L'introduction au rapport peut comprendre des éléments des trois types fusionnés dans un texte hybride, qui situe les lecteurs par rapport au cadre théorique sous-tendant l'expérience scientifique proposée. En bref, l'introduction indique les objectifs de l'étude. Quant à la méthodologie, elle privilégie la description précise, permettant ainsi une reproduction de l'expérience par d'autres personnes. Souvent, cette description comporte une énumération chronologique ou linéaire des actions. La section sur les résultats privilégie la description parce que le scripteur veut communiquer ses observations, sans les confondre avec des inférences ou des interprétations. On trouve aussi des tableaux et des graphiques dans cette section pour faciliter la lecture de données quantitatives. La discussion, pour sa part, peut marier les trois types de textes lorsque l'auteur décrit, explique et justifie ses interprétations et tire des conclusions. Enfin, un résumé au début du compte rendu permet d'apprécier l'intégralité de l'investigation dans un texte succinct et clair.

Bien que les notions de discours, genres et types de texte soient pertinentes à l'enseignement de toutes les matières scolaires, elles sont rarement explicitées dans les cours (Cope et Kalantzis, 1993; Donovan et Smolkin, 2006; Johns, 2002; Martin, 1993; Schleppegrell, 1998). Chapman (2006) indique que, en l'absence d'un enseignement explicite, les élèves construiront leurs connaissances discursives, souvent incomplètes, parfois erronées, à partir des expériences vécues en salle de classe. Martin recommande que «every genre that science teachers expect their students to write needs to be deconstructed [...] and taught explicitly to students if they are really to be expected to write science» (Martin, 1993, p. 194). Plusieurs éducateurs abondent dans le même sens (Gee, 2004; Hand, Gunel, et Ulu, 2009; Janzen, 2008; Klein, 2006; Schleppegrell, 1998).

Cependant, des sondages auprès des enseignants et des analyses de types d'écriture observés dans les cours de sciences confirment que plusieurs genres et types de texte sont peu familiers aux enseignants (Hand, Prain et Yore, 2001; Rivard et Levesque, soumis). Pour sa part, Janzen (2008) indique que les divers genres et types de texte sont associés à des structures qui peuvent être représentées par des schémas particuliers. Plusieurs auteurs ajoutent que ces outils ou représentations graphiques sont encore plus utiles quand l'élève reçoit des informations sur les types de verbes et les mots connecteurs associés à ces genres et types de texte (Grabe, 2002; Wellington et Osborne, 2001). Un document d'appui qui explicite les structures de types de texte et les éléments lexicaux, syntaxiques et textuels qui leur sont associés serait un outil pédagogique utile (Rivard, Cavanagh et Efray-Buhl, en préparation).

3. Langue et culture scientifique

Le ministère de l'Éducation, de la Formation professionnelle et de la Jeunesse de la province du Manitoba, qui définit les programmes scolaires, reconnaît l'importance fondamentale de la langue dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences:

De par leur nature, les sciences constituent un terrain fertile à l'apprentissage d'une langue seconde ou de la langue maternelle. L'étude scientifique, la résolution de problèmes technologiques et la prise de décisions STSE [sciences, technologie, société et environnement], par exemple, nécessitent des activités structurées,

des interactions sociales et des réflexions abstraites faisant toutes appel à la communication orale ou écrite. Parallèlement, la langue est un outil indispensable à l'acquisition et à la transmission des savoirs scientifiques et technologiques. Enfin, les sciences sont en quelque sorte une langue, spécialisée certes, qui exige des mécanismes d'apprentissage semblables à ceux déployés pour l'acquisition d'une langue (Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba, 2001, p. 0.16)

Une culture scientifique exige donc que la jeunesse manitobaine soit capable de s'exprimer oralement dans les cours de sciences et de lire et d'écrire des textes scientifiques. Cette exigence est partagée par plusieurs éducateurs au Canada et ailleurs (Cervetti *et al.*, 2007; Fang, 2005; Lemke, 1990, 2004; McGinn et Roth, 1999). Aux États Unis, le National Research Council (NRC) a souligné l'importance de ces compétences en littératie pour tout citoyen:

Scientific literacy means that a person can ask, find, or determine answers to questions derived from curiosity about everyday experiences. It means that a person has the ability to describe, explain, and predict natural phenomena. Scientific literacy entails being able to read with understanding articles about science in the popular press and to engage in social conversation about the validity of the conclusions (National Research Council, 1996, p. 22).

Cette définition suggère qu'une culture scientifique doit donner à l'élève les outils nécessaires pour devenir un citoyen averti et engagé. De son côté, Fang (2005) recommande une pédagogie équilibrée, qui donne de l'importance aux discours scientifiques sans pour autant négliger les activités empiriques et les compétences traditionnelles associées à ce domaine.

Au Royaume-Uni, Wellington et Osborne ont indiqué que «being scientifically literate [...] means that pupils need to learn both how to *read* and how to *write* science» (Wellington et Osborne, 2001, p. 64). Enfin, pour les chercheurs canadiens Norris et Phillips (2003), la culture scientifique a deux sens: un «sens fondamental» qui fait appel à la capacité de lire et d'écrire en sciences et un «sens dérivé» qui réfère aux savoirs essentiels en sciences. L'importance de la littératie en sciences de la nature semble donc être reconnue dans plusieurs pays occidentaux.

4. Manque d'écriture au secondaire

Les élèves écrivent peu au secondaire, et encore moins dans les cours de sciences (Chartrand, Blaser et Gagnon, 2006; Chartrand et Prince, 2009; Martin, 1993; Nystrand, Gamoran et Carbonaro, 2001; Rivard, 1994; Rivard et Levesque, soumis). L'écrit est souvent utilisé pour remplir des blancs, copier de courtes définitions, répondre à des questions pointues par un simple mot, un syntagme ou une phrase courte. Rares sont les tâches où l'élève doit produire un texte élaboré motivé par une intention et un destinataire précis. Une étude québécoise récente a conclu que «les pratiques de lecture et d'écriture des élèves de 12 à 17 ans sont peu variées et peu fréquentes» (Chartrand, Blaser et Gagnon, 2006, p. 288). Ces chercheurs ajoutent que

[même] la rédaction du rapport de laboratoire ne constitue pas un travail discursif important pour les élèves. En fait, ces derniers doivent le plus souvent remplir un protocole déjà fortement balisé, qui laisse peu de place à la production personnelle d'écrits et à la réflexion (Chartrand, Blaser et Gagnon, 2006, p. 288).

5. Défis associés à la situation minoritaire

Les évaluations nationales et internationales ont mis en évidence des différences importantes en sciences, en lecture et en écriture entre les minorités linguistiques ou culturelles et les groupes majoritaires au Canada et ailleurs (Bussière, Knighton et Pennock, 2007; Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) [CMEC], 2008; Hillocks, 2006). Lee *et al.* (2005) affirment qu'un enseignement efficace en sciences doit tenir compte de la langue et de la culture des apprenants dans le choix des stratégies pédagogiques à privilégier en salle de classe.

Nombreux sont les défis auxquels les enseignants font face en milieu francophone minoritaire. Pour n'en citer que quelques-uns, mentionnons la lourde charge de travail, l'insuffisance de ressources appropriées, une préparation souvent inadéquate pour enseigner en milieu minoritaire, les lacunes langagières des élèves, l'isolement des enseignants et l'absence de formation continue (Gilbert, LeTouzé, Thériault et Landry, 2004; Rivard et Cormier, 2008). Gilbert *et al.* (2004, p. 26) ont identifié le «milieu anglo-dominant comme une des principales difficultés» et ont également souligné que les obstacles sont encore plus importants dans des domaines spécialisés comme les cours de sciences.

Selon Barton (2007), dans des situations bilingues ou multilingues, certains domaines font souvent appel à une des langues, ainsi que les littératies qui lui sont associées. Par exemple, l'anglais est souvent perçu comme la langue du travail, des relations amicales et des médias, tandis que le français est plutôt associé à la vie scolaire, familiale et religieuse. En outre, les élèves en milieu minoritaire ont souvent peu de contact avec les discours académiques au sein de leur propre famille. Pour plusieurs jeunes, la salle de classe est le seul endroit où ils peuvent développer leurs compétences linguistiques et discursives dans un domaine académique comme les sciences. Il importe donc d'explicitier les genres et les registres propres à ce domaine en salle de classe (Kamil, 2003; Schleppegrell, 1998).

L'ENSEIGNEMENT DE STRATÉGIES

1. Résultats de méta-synthèses

Plusieurs auteurs dans le domaine de la littératie recommandent un enseignement explicite des stratégies à développer, tout en privilégiant des situations authentiques d'apprentissage et un rapprochement école-communauté (Barton, 2007; Barton, Hamilton et Ivanic, 2000; Donovan et Smolkin, 2006). Deux méta-analyses (Graham, 2006; Hillocks, 1986) confirment qu'un enseignement de stratégies peut avoir une grande incidence sur la production écrite des élèves. Une méta-analyse est une procédure statistique mettant en commun les résultats obtenus de plusieurs études antérieures qui répondent à des critères précis, pour assurer leur validité et leur fidélité. Les résultats d'une méta-analyse permettent donc d'évaluer l'importance de l'effet observé à la suite d'un traitement ou d'une intervention quelconque et sont généralement exprimés en fonction de l'ampleur de l'effet. Une ampleur moyenne d'effet de 0,20 est considérée faible, tandis qu'une valeur de 0,50 constitue un effet moyen et 0,80, un effet fort.

Hillocks (1986) a mené une méta-analyse importante basée sur toute une panoplie de variables associées à la production écrite. Il a observé que l'ampleur moyenne de l'effet était de 0,44 pour les approches collaboratives avec des tâches bien structurées privilégiant la résolution de problème, ce qu'il désignait comme approche du genre «mode environnemental».

Un autre point intéressant ressortant de cette même analyse était le rôle important d'une méthode d'enseignement, dite méthode des enquêtes, qui demande aux scripteurs d'analyser des données quelconques et de communiquer cette analyse dans un texte écrit. Hillocks a calculé une ampleur moyenne de l'effet de 0,56 pour cette méthode qui est préconisée en sciences modernes. Il est intéressant de constater que ces deux approches pédagogiques font appel à la facilitation procédurale, c'est-à-dire aux connaissances requises pour effectuer une tâche, plutôt qu'aux connaissances déclaratives (Tardif, 1992).

Graham (2006), quant à lui, a mené plus récemment une méta-synthèse par rapport à l'effet de l'enseignement de stratégies sur la production écrite et sur la durabilité des compétences acquises après ce genre d'enseignement. Il a conclu que l'incidence d'un enseignement de stratégies sur la qualité des textes produits était importante (l'ampleur moyenne de l'effet était supérieure à 0,80) et que l'effet s'était maintenu après que l'intervention expérimentale avait pris fin. En dépit de l'incidence positive des stratégies sur la production écrite, nous n'observons que rarement ce genre d'enseignement en salle de classe, selon Graham (2006).

2. Des considérations pédagogiques

Les stratégies doivent être enseignées explicitement en passant par l'explication, le modelage et la pratique guidée (Callaghan, Knapp et Nobel, 1993; Conley, 2007). C'est le cas autant pour les stratégies d'apprentissage destinées aux élèves en salle de classe que pour les stratégies d'enseignement destinées aux enseignants lors d'une séance de formation continue. L'enseignement explicite de stratégies est particulièrement efficace avec les élèves qui éprouvent des difficultés (Chapman, 2006). Sans approche méthodique, l'individu intègre difficilement la stratégie enseignée dans son répertoire si bien qu'elle ne se manifeste que rarement dans son comportement.

L'analyse de textes s'avère une stratégie efficace pour enseigner les éléments saillants caractérisant les différents types de texte scientifiques (Calfee, 1998; Callaghan, Knapp et Nobel, 1993; Hillocks, 1986; Troia, 2007). En pensant à haute voix et en échangeant avec les élèves, l'enseignant peut analyser un texte en classe afin d'identifier sa structure particulière et de mettre en

évidence ses caractéristiques. Cette déconstruction permet aux élèves de mieux saisir les éléments essentiels de différents genres et types de texte. L'enseignant peut aussi montrer aux élèves comment la structure d'un texte peut souvent être visualisée en utilisant une représentation graphique. Expliciter les différentes structures de texte et montrer comment les représenter à l'aide de schémas sont deux stratégies qui facilitent non seulement la compréhension en lecture chez les élèves, mais aussi la production de textes (Braaksma, Rijlaarsdam, Bergh et Hout-Wolters, 2004; National Institute of Child Health and Human Development [NICHD], 2000; Unsworth, 1997).

Bien que le développement de stratégies cognitives soit souhaitable en tant qu'objectif pédagogique, il ne faut pas négliger le développement en parallèle de la métacognition afin que les élèves puissent devenir des apprenants autonomes (Biancarosa et Snow, 2006; Langer, 2001; NICHD, 2000). Conner (2007) a pu susciter une prise de conscience métacognitive reliée à la production écrite chez des élèves dans un cours de biologie en utilisant des outils tels que le questionnement et le modelage. En outre, les élèves consultaient les indices, genre d'aide-mémoire, pendant toutes les phases de la production écrite, allant de la planification à la révision du texte. Conner a observé que la qualité des textes produits par les élèves s'en était nettement améliorée.

L'utilisation de tâches et de matériel authentiques est une autre considération pédagogique importante pour développer les compétences des élèves en production écrite (Kachan, Guilbert et Bisanz, 2006; Purcell-Gates, Duke et Martineau, 2007). Des tâches dans lesquelles les élèves doivent écrire pour un destinataire autre que leur enseignant, par exemple un dépliant publicitaire à l'intention de la communauté ou une lettre au rédacteur d'un journal quotidien, les impliquent davantage, les motivant ainsi à devenir plus précis dans leur expression d'idées (Chapman, 2006).

Selon Webb (2009), un enseignement des mots, c'est-à-dire du vocabulaire relatif à une tâche particulière, lors d'une phase de pré-écriture peut améliorer la qualité des textes produits. Pour les élèves francophones vivant en milieu minoritaire, il serait particulièrement important d'enseigner les mots connecteurs associés aux différents types de texte. Par exemple,

une connaissance des marqueurs de relation pour l'addition (*d'abord, puis, en outre*), la succession (*premièrement, ensuite, enfin*), la cause (*car, parce que, vu que*) permettrait au scripteur de «mettre de l'ordre dans ses idées» (Dalcq, 2007, p. 6).

ÉCRIRE EN SCIENCES

«Écrire, c'est se dire, se dévoiler, s'exposer, se révéler à d'autres, mais aussi à soi même ou au contraire s'abstraire du monde» (Chartrand et Prince, 2009, p. 322). On peut distinguer deux fonctions pour la production écrite dans les cours de sciences. La première, la fonction instrumentale, est mieux connue et comprend la production de textes pour communiquer des informations aux autres, le plus souvent à l'enseignant en guise d'évaluation. La seconde, la fonction épistémique, est utilisée rarement et fait référence à l'utilisation de l'écrit par le scripteur lui-même pour renforcer sa compréhension et ses apprentissages.

1. La fonction instrumentale

De façon générale, l'élève reçoit très peu d'appui dans les matières scolaires pour apprendre comment écrire. Calfee a observé que «the high school student is expected to perform as an expert, in the sense of having mastered certain fundamentals. Basic reading is taken for granted, and basic writing is assigned rather than taught» (Calfee, 1998, p. 204). Bereiter et Scardamalia (1987) ont différencié deux approches pour la production écrite d'un texte: une, très commune chez les scripteurs débutants, fait appel à une stratégie des connaissances rapportées, ou *knowledge-telling strategy*, tandis que l'autre, plus riche si on considère les opérations mentales sous-jacentes, fait appel à une stratégie des connaissances transformées, ou *knowledge-transforming strategy*. Tynjälä, Mason et Lonka (2001) ont observé que la plupart des tâches d'écriture assignées à l'école sont fondées sur la première stratégie. Selon Bereiter et Scardamalia (1987), pour transformer les connaissances chez le scripteur, la production écrite doit comprendre une dialectique entre ses connaissances rhétoriques et ses connaissances conceptuelles. En rhétorique, le scripteur est préoccupé par des questions relatives au destinataire et à l'intention de la communication, au positionnement de l'auteur dans le texte, tandis que l'espace conceptuel est plutôt préoccupé par les idées à intégrer au texte, le quoi dire.

2. La fonction épistémique

Au delà de son rôle fondamental pour communiquer avec l'autre, l'écrit peut aussi servir à l'individu pour apprendre: Rivard (1994) avait effectué une recension sur la fonction épistémique de l'écrit en sciences, Depuis cette recension, plusieurs études ont confirmé son importance en tant que stratégie pédagogique en salle de classe (Akkus, Gunel et Hand, 2007; Chambliss, Christenson et Parker, 2003; Ellis, 2004; Klein, 2000; Klein, Piacente-Cimini et Williams, 2007; Tynjälä, Mason et Lanka, 2001). En outre, une méta-analyse récente (Bangert-Drowns, Hurley et Wilkinson, 2004) a confirmé l'importance de l'écrit pour appuyer l'apprentissage: 36 de 48 études évaluées donnent des effets positifs. Boscolo et Mason (2001) ont également montré que l'utilisation de l'écrit à cette fin peut même améliorer la métacognition chez les scripteurs, leur permettant ainsi de transférer cette prise de conscience méta-conceptuelle à d'autres matières scolaires. Néanmoins, Chartrand, Blaser et Gagnon (2006, p. 288) ont observé qu'au Québec «la fonction épistémique de l'écrit ne semble pas constituer un enjeu important dans les classes d'histoire et de sciences du secondaire». La situation n'est probablement pas différente dans les écoles francophones hors Québec (Rivard et Levesque, soumis).

Selon Tynjälä, Mason et Lanka (2001), plusieurs conditions sont nécessaires pour que l'écrit puisse soutenir l'apprentissage chez l'élève:

- les tâches d'écriture doivent privilégier la construction active des connaissances;
- les tâches doivent mobiliser les connaissances antérieures;
- les tâches doivent encourager la réflexion;
- les tâches doivent permettre à l'apprenant de relier le contenu à sa réalité;
- les tâches doivent être intégrées à d'autres pratiques littératiées, telles que la lecture et la discussion.

Dans la même perspective, Nystrand, Gamoran et Carbonaro avancent que «writing, reading, and talk all pull together, and so work coherently and epistemologically to develop a network of understandings» (Nystrand, Gamoran et Carbonaro, 2001,

p. 63). Par ailleurs, des études confirment l'importance d'intégrer les discours écrit et oral pour apprendre les sciences (Rivard, 2004; Rivard et Straw, 2000).

Divers types d'écrits peuvent avoir des effets distincts sur l'apprentissage selon la complexité des opérations cognitives mobilisées chez l'individu (Rivard, 1994). Par exemple, la prise de notes et la production de résumés auraient un certain effet, tandis que l'élaboration de textes plus complexes, tels qu'un texte analytique ou un texte argumentatif, auraient d'autres effets sur l'apprentissage (Klein, Piacente-Cimini et Williams, 2007; Langer et Applebee, 1987). Différentes tâches d'écriture mobilisent donc différentes connaissances, et il serait peut-être avantageux de parcourir le terroir mental de différentes façons pour maximiser les apprentissages (Schumacher et Nash, 1991). Enfin, une séquence de tâches d'écriture particulières pourrait être arrimée pour enclencher un meilleur apprentissage de contenus (Hand, Prain et Yore, 2001).

Une stratégie qui a du potentiel pour les cours de sciences est l'utilisation d'un journal de bord (Anson et Beach, 1995). Un journal, ou même le cahier de sciences, peut servir pour encourager l'exploration de nouvelles idées, la construction de connaissances et la réflexion (Klentschy et Molina-de la Torre, 2004). Le cahier pourrait aussi servir comme journal à double entrée, dans lequel les pages de gauche sont réservées pour noter des réflexions personnelles, des questions au sujet de la matière enseignée et des observations, tandis que les pages de droite renferment les notes du cours et des lectures assignées. Cette dialectique peut aider l'apprenant à relier la matière du cours à ses connaissances et à ses intérêts. Cervetti *et al.* (2007) ont souligné le rôle important que la lecture et l'écrit peuvent jouer au laboratoire des sciences pour appuyer la construction des connaissances chez les apprenants.

3. Des tâches d'écriture en sciences

Il est difficile parfois de séparer la fonction instrumentale de la fonction épistémique dans l'application de certaines tâches d'écriture. Prain (2006) a recommandé que les enseignants diversifient les types d'écrit assignés dans les cours de sciences afin d'enrichir la compréhension des contenus chez les élèves. Hand et Prain (2002) ont proposé un cadre conceptuel pour

faciliter le développement de tâches d'écriture variées en sciences de la nature. Le cadre inclut cinq composantes: le sujet, le destinataire, l'intention, le type de textes et la méthode de production.

Le *sujet* peut comprendre des concepts-clés, des thèmes connecteurs ou des faits et des applications tirés du programme d'études. La *méthode de production* écrite peut être individuelle, en dyade ou en un groupe plus large d'élèves. Le *destinataire* est le groupe visé par le texte écrit. L'enseignant est le plus souvent le destinataire pour toute production écrite en salle de classe. Cependant, les élèves développent davantage leurs compétences à l'écrit s'ils doivent aussi écrire pour d'autres groupes, par exemple des pairs, des parents ou des membres de la communauté. L'*intention* de la tâche d'écriture peut varier selon le moment d'une séquence d'enseignement. Ainsi, au début d'une unité, l'élève peut écrire pour revoir des concepts déjà appris, explorer de nouveaux concepts ou planifier un projet. Pendant la séquence d'enseignement, une tâche d'écriture pourrait servir pour clarifier ses idées, réviser des concepts nouvellement appris, interpréter des données ou persuader autrui. À la fin d'un enseignement, l'élève peut écrire pour faire part de ses apprentissages, appliquer ses connaissances ou évaluer sa compréhension. Enfin, les *types de textes* peuvent comprendre un rapport, un dépliant, une pancarte ou d'autres productions textuelles ou médiatiques. Le tableau en annexe A donne un exemple dans lequel les quatre dernières composantes peuvent, sur un sujet quelconque, être combinées pour réaliser une tâche précise: dans l'exemple de l'annexe, matérialisé par des lettres blanches sur fond noir, les élèves travaillent en dyades pour produire une lettre à l'intention d'élèves plus jeunes afin de persuader ces derniers de porter le casque en faisant du vélo. L'enseignant peut donc être stratégique dans son choix de tâches d'écriture et peut même arrimer plusieurs types d'écrits dans une séquence cohérente pour approfondir et étendre les apprentissages des élèves (Klein, 2000).

Troia (2007) a émis des recommandations pour les enseignants voulant utiliser différents genres et types de textes en salle de classe:

- enseigner la structure des textes en utilisant un schéma ou un procédé mnémonique;

- utiliser des modèles de textes afin d'explicitier la structure et les caractéristiques de chaque type;
- donner du temps aux élèves pour explorer leurs idées par la réflexion, la discussion et la recherche;
- enseigner le vocabulaire, les phrases et les connecteurs associés aux divers types de texte;
- étayer la planification du texte chez les élèves avec des schémas prototypiques;
- donner suffisamment de temps pour encourager la révision des textes.

Selon Martin, certains genres, tels que le rapport ou le compte rendu, l'explication et l'expérimentation, permettent à la communauté scientifique de représenter le monde d'une façon bien particulière.

[...] science teachers and students will have to work towards a much clearer grasp of the function of language as technology in building up a scientific picture of the world. Technical language has evolved in order to classify, decompose and explain. The major scientific genres – report, explanation and experiment – have evolved to structure texts which document a scientist's world view (Martin, 1993, p. 202).

Ces genres font appel à différents types de textes. Par exemple, le texte de type descriptif permet au scripteur de décomposer un objet en ses diverses parties, de définir leurs caractéristiques, de classer plusieurs objets, ou même d'énumérer les étapes d'une procédure au laboratoire. L'explication, elle, tente de répondre au comment ou au pourquoi d'un événement, d'un phénomène ou d'un problème (Fraassen, 1987; Kourany, 1987; Thagard, 1992). Le texte de type explicatif fait souvent appel à des structures telles que cause-effet, problème-solution et comparaison (Rivard, Cavanagh et Efray-Buhl, en développement). Enfin, le rôle de l'argumentation en sciences n'est que rarement reconnu dans l'enseignement au secondaire (Driver, Newton et Osborne, 2000; Kuhn, 1993; Rivard, 2001). Comme disent Bazerman, Anderson, Brockman et Miller à propos de l'article scientifique, «rather than being an accurate summary of laboratory work, [the text] is a persuasive document intended to establish the value of the scientist's research within a particular market» (Bazerman *et al.*, 1983, p. 169). Le compte rendu scientifique

est donc un assemblage de divers types de textes qu'il faut enseigner: descriptif, explicatif et argumentatif.

Selon les chercheurs en littérature, la production d'un résumé est une stratégie ayant beaucoup de potentiel, mais elle est souvent négligée en salle de classe (Newell, 2006; RAND Reading Study Group, 2002; Rivard, 2001; Tynjälä, Mason et Lonka, 2001). Une étude menée par Slotte et Lonka (2001) a montré, premièrement, que la production d'un résumé était supérieure à la prise de notes et au soulignement pour l'apprentissage des contenus et, deuxièmement, que ces trois approches donnaient de meilleurs rendements que la lecture seule. La production d'un résumé peut aussi faciliter la compréhension d'un texte chez le lecteur (Kamil et Bernhardt, 2004).

Divers auteurs (Brown et Day, 1983; Hare et Borchardt, 1984; Kintsch et van Dijk, 1978) ont proposé des stratégies pour la préparation de résumés qui peuvent être facilement adaptées à la salle de classe. Un regard synthétique sur ces approches suggère que la suppression, la généralisation et la construction sont toutes des opérations privilégiées pour condenser un texte. Par exemple, supprimer les informations qui sont non essentielles ou répétitives, substituer une liste d'éléments par un terme plus général, choisir les phrases qui donnent les idées principales du texte ou créer des phrases pour représenter les grandes lignes du texte sont des stratégies que l'enseignant peut enseigner aux élèves.

Plusieurs études ont confirmé que la production d'une explication, pour soi-même ou pour l'autre, peut améliorer la compréhension chez le scripteur (Chambliss, Christenson et Parker, 2003; Chi *et al.*, 1994; Klein, 2000). Selon Horwood, les élèves confondent souvent description et explication, alors que l'une et l'autre sont différentes:

Description is purely information and the bits of information are isolated from any network of relatedness. An explanation is given when connections are drawn between and among pieces of information [...] to explain a thing is to map the thing onto a logical system of causality (Horwood, 1988, p. 41).

Chambliss *et al.* (2003) ont conclu qu'un enseignement qui explicite des caractéristiques du texte explicatif donnait de meilleurs résultats chez des élèves de 4^e année en sciences de la nature. Unsworth (1997) a souligné l'importance d'enseigner les mots connecteurs dans toute approche faisant appel à l'explication.

Toulmin (1958) a proposé un modèle d'arguments scientifiques qui dépasse la simple persuasion pour aller jusqu'à la production du savoir. Son modèle, qui se conforme bien à la méthode scientifique, permet de visualiser la structure d'un argument afin d'y poser un regard critique. Tout argument est composé de trois parties fondamentales: les données ou preuves (*evidence*), la conclusion ou l'affirmation (*claim*) et la loi de passage ou garantie (*warrant*), qui est l'intermédiaire entre ces deux dernières. Un argument plus complexe peut aussi comprendre un support ou fondement (*backing*), une réfutation ou réserve (*rebuttal*) et un qualificateur (*qualifier*). Un argument pourrait également comporter plus d'un élément pour chacune des composantes du modèle. Le texte argumentatif fait appel à un type de discours assez particulier avec des marqueurs de relation (*parce que, puisque, donc, bien que*) et des modalités verbales précises pour construire l'argument et nuancer les affirmations. Cavanagh (2007, p. 717) a conclu que les élèves canadiens du niveau élémentaire font preuve d'une «méconnaissance de la structure argumentative». À notre avis, la situation n'est probablement pas meilleure au niveau secondaire. Une approche pédagogique qui inclut l'analyse de textes authentiques en sciences afin d'identifier les parties de l'argument, ainsi que les caractéristiques du discours, serait sûrement bénéfique à ces élèves (Calfee, 1998; Unsworth, 1997). Un exemple d'un argument scientifique selon le modèle de Toulmin est présenté en annexe B.

Hand et ses collègues (Hand et Keys, 1999; Keys, Hand, Prain et Collins, 1999; Wallace, Hand et Yang, 2004) ont développé une approche pédagogique, le *Science Writing Heuristic* (SWH) ou heuristique pour la rédaction scientifique, approche qui tient compte du rôle fondamental de l'argumentation en sciences, tout en permettant d'étayer le développement de compétences discursives à l'écrit chez les élèves du secondaire:

SWH is a tool for promoting thinking, negotiating meaning, and writing about science laboratory activities. Theoretically, the SWH represents a bridge between more personal, expressive forms of writing, which have been shown to promote science understanding (Rivard, 1994), and the recognized form of the genre, the scientific laboratory report, which represents traditional patterns of thinking in science, most especially the link between claims and evidence. (Wallace, Hand et Yang, 2004, p. 356)

Plusieurs études ont confirmé le potentiel de cet outil pour améliorer la compréhension et l'apprentissage des contenus scientifiques (Akkus, Gunel et Hand, 2007; Keys, 2000; Wallace, Hand, Yang, 2004). Wallace et ses collègues ont développé deux gabarits: l'un à l'intention des enseignants, l'autre à l'intention des élèves. Le premier (*teacher template*) propose une série d'activités langagières possibles pour susciter la réflexion auprès des apprenants au sujet des concepts visés par l'investigation scientifique; quant au gabarit destiné aux élèves (*student template*), il comprend une série de questions pour étayer leur développement d'explications au sujet de cette même investigation. Une adaptation française des deux gabarits se trouve en annexes C et D.

CONCLUSION

La production écrite devrait occuper une plus grande place dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences au secondaire. Il ne s'agit pas simplement de renforcer les compétences des élèves en littératie; il s'agit de bonifier leur culture scientifique. Nous avons présenté des pistes intéressantes, que l'enseignant peut inclure dans sa planification pédagogique. Nous sommes en effet de l'avis que des activités incorporant la production écrite sont de véritables outils essentiels pour appuyer l'apprentissage des contenus scientifiques chez les élèves, tout en leur donnant une représentation plus juste et plus fidèle de la science envisagée comme moyen de connaître notre monde.

BIBLIOGRAPHIE

AKKUS, Recai, GUNEL, Murat et HAND, Brian (2007) «Comparing an Inquiry-based Approach known as the Science Writing Heuristic to Traditional Science Teaching Practices: Are there

differences?», *International Journal of Science Education*, vol. 29, n° 14, p. 1745-1765.

- ANSON, Chris M. et BEACH, Richard (1995) *Journals in the Classroom: Writing to Learn*, Norwood, Christopher-Gordon Publishers, 221 p.
- BANGERT-DROWNS, Robert L., HURLEY, Marlene M. et WILKINSON, Barbara (2004) «The Effects of School-Based Writing-to-Learn Interventions on Academic Achievement: A Meta-Analysis», *Review of Educational Research*, vol. 74, n° 1, p. 29-58.
- BARTON, David (2007) *Literacy: An Introduction to the Ecology of Written Language*, Oxford, Blackwell Publishing, 264 p.
- BARTON, David et HAMILTON, Mary (2000) «Literacy practices», dans BARTON, David, HAMILTON, Mary et IVANIC, Roz (dir.) *Situated Literacies: Reading and Writing in Context*, London, Routledge, p. 7-15.
- BARTON, David, HAMILTON, Mary et IVANIC, Roz (dir.) (2000) *Situated Literacies: Reading and Writing in Context*, London, Routledge, 240 p.
- BAZERMAN, Charles (1988) *Shaping Written Knowledge: The Genre and Activity of the Experimental Article in Science*, Madison, University of Wisconsin Press, 400 p.
- BAZERMAN, Charles, ANDERSON, Paul, BROCKMAN, Robert et MILLER, Carolyn (1983) «Scientific writing as a social act: A review of the literature of the sociology of science», dans ANDERSON, Paul, BROCKMAN, Robert et MILLER, Carolyn (dir.) *New Essays in Technical Writing and Communication: Research, Theory and Practice*, Amityville, Baywood Publishing Co. Inc., p. 156-184.
- BEREITER, Carl et SCARDAMALIA, Marlene (1987) *The Psychology of Written Composition*, Mahwah, Erlbaum, 389 p.
- BIANCAROSA, Gina et SNOW, Catherine (2006) *Reading Next – A Vision for Action and Research in Middle and High School Literacy: A Report to Carnegie Corporation of New York*, Washington, Alliance for Excellent Education, 48 p.
- BOSCOLO, Pietro et MASON, Lucia (2001) «Writing to learn, writing to transfer», dans TYNJÄLÄ, Päivi, MASON, Lucia et LONKA, Kirsti (dir.) *Writing as a Learning Tool: Integrating Theory and Practice*, Dordrecht, Kluwer Academic, p. 83-104.
- BRAAKSMA, Martine, RIJLAARSDAM, Gert, BERGH, Huub van den et HOUT-WOLTERS, Bernadette van (2004) «Observational Learning and its Effects on the Orchestration of Writing Processes», *Cognition and Instruction*, vol. 22, n° 1, p. 1-36.

- BROWN, Ann et DAY, Jeanne (1983) «Macrorules for Summarizing Texts: The Development of Expertise», *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, vol. 22, n° 1, p. 1-14.
- BUSSIÈRE, Patrick, KNIGHTON, Tamara et PENNOCK Dianne (2007) *À la hauteur: résultats canadiens de l'étude PISA de l'OCDE: la performance des jeunes du Canada en sciences, en lecture et en mathématiques, premiers résultats de 2006 pour les Canadiens de 15 ans*, Ottawa, Ministre de l'Industrie (Statistique Canada), 111 p.
- CALFEE, Robert (1998) «Leading middle grade students from reading to writing: Conceptual and practical aspects», dans NELSON, Nancy et CALFEE, Robert (dir.) *The Reading-Writing Connection: Ninety-Seventh Yearbook of the National Society for the Study of Education*, Chicago, National Society for the Study of Education, p. 203-228.
- CALLAGHAN, Mike, KNAPP, Peter et NOBEL, Greg (1993) «Genre in practice», dans COPE, Bill et KALANTZIS, Mary (dir.) *The Power of Literacy: A Genre Approach to Teaching Writing*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, p. 179-202.
- CAVANAGH, Martine (2007) «Profil scriptural d'élèves franco-albertains du primaire en vue de l'implantation d'un programme d'intervention en écriture», *La revue canadienne de l'éducation / Canadian Journal of Education*, vol. 30, n° 3, p. 691-724.
- CERVETTI, Gina, PEARSON, P. David, BARBER, Jacqueline, HIEBERT, Elfrieda et BRAVO, Marco (2007) «Integrating literacy and science: The research we have, the research we need», dans PRESSLEY, Michael, BILLMAN, Alison, PERRY, Kristen, REFFITT, Kelly et REYNOLDS, Julia Moorehead (dir.) *Shaping Literacy Achievement: Research we Have, Research we Need*, New York, The Guilford Press, p. 157-174.
- CHAMBLISS, Marilyn J., CHRISTENSON, Lea Ann et PARKER, Carolyn (2003) «Fourth Graders Composing Scientific Explanations About the Effects of Pollutants: Writing to Understand», *Written Communication*, vol. 20, n° 4, p. 426-454.
- CHAPMAN, Marilyn (2006) «Research in Writing, Preschool Through Elementary, 1984-2003», *L1 - Educational Studies in Language and Literature*, vol. 6, n° 2, p. 5-27.
- CHARTRAND, Suzanne, BLASER, Christiane et GAGNON, Mathieu (2006) «Fonction épistémique de l'écrit et genres disciplinaires: enquête dans les classes d'histoire et de sciences du secondaire québécois», *Revue suisse des sciences de l'éducation*, vol. 28, n° 2, p. 275-293.

- CHARTRAND, Suzanne et PRINCE, Michèle (2009) «La dimension affective du rapport à l'écrit d'élèves québécois», *La revue canadienne de l'éducation / Canadian Journal of Education*, vol. 32, n° 2, p. 317-343.
- CHI, Michelene T.H., DE LEEUW, Nicholas, CHIU, Mei-Hung et LAVANCHER, Christian (1994) «Eliciting Self-Explanations Improves Understanding», *Cognitive Science*, vol. 18, n° 3, p. 439-477.
- CONLEY, Mark (2007) «Reconsidering adolescent literacy: From competing agendas to shared commitment», dans PRESSLEY, Michael, BILLMAN, Alison, PERRY, Kristen, REFFITT, Kelly et REYNOLDS, Julia Moorehead (dir.) *Shaping Literacy Achievement: Research we Have, Research we Need*, New York, The Guildford Press, p. 77-97.
- CONNER, Lindsey (2007) «Cueing Metacognition to Improve Researching and Essay Writing in a Final Year High School Biology Class», *Research in Science Education*, vol. 37, n° 1, p. 1-16.
- CONSEIL DES MINISTRES DE L'ÉDUCATION (CANADA) [CMEC] (2008) *Programme pancanadien d'évaluation, PPCE - 13 de 2007: rapport de l'évaluation des élèves de 13 ans en lecture, mathématiques et sciences*, Toronto, CMEC, 137 p.
- COPE, Bill et KALANTZIS, Mary (dir.) (1993) *The Powers of Literacy: A Genre Approach to Teaching Writing*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 296 p.
- DALCQ, Anne-Élizabeth (2007) *Mettre de l'ordre dans ses idées: classification des articulations logiques pour structurer son texte*, Louvain-la-Neuve, Duculot, 107 p.
- DESHLER, Donald et HOCK, Michael (2007) «Adolescent literacy: Where we are, where we need to go», dans PRESSLEY, Michael, BILLMAN, Alison, PERRY, Kristen, REFFITT, Kelly et REYNOLDS, Julia Moorehead (dir.) *Shaping Literacy Achievement: Research we Have, Research we Need*, New York, The Guildford Press, p. 98-128.
- DONOVAN, Carol et SMOLKIN, Laura (2006) «Children's understanding of genre and writing development», dans MacARTHUR, Charles, GRAHAM, Steve et FITZGERALD, Jill (dir.) *Handbook of Writing Research*, New York, The Guildford Press, p. 131-143.
- DRIVER, Rosalind, NEWTON, Paul et OSBORNE, Jonathan (2000) «Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms», *Science Education*, vol. 84, n° 3, p. 287-312.

- ÉDUCATION, FORMATION PROFESSIONNELLE ET JEUNESSE
MANITOBA (2001) *Science de la nature, Secondaire 1, programme d'études: document de mise en œuvre*, Winnipeg, Division du Bureau de l'éducation française, 528 p.
- ELLIS, Robert (2004) «University student approaches to learning science through writing», *International Journal of Science Education*, vol. 26, n° 15, p. 1835-1853.
- FANG, Zhihui (2005) «Scientific literacy: A systematic functional linguistics perspective», *Science Education*, vol. 89, n° 2, p. 335-347.
- FRAASSEN, Bas van (1987) «The pragmatics of explanation», dans KOURANY, Janet (dir.) *Scientific knowledge: Basic Issues in the Philosophy of Science*, Belmont, Wadsworth, p. 65-76.
- GEE, James Paul (2004) «Language in the science classroom: Academic social languages as the heart of school-based literacy», dans SAUL, E. Wendy (dir.) *Crossing Borders in Literacy and Science Instruction: Perspectives on Theory and Practice*, Newark, International Reading Association, p. 13-32.
- GILBERT, Anne, LETOUZÉ, Sophie, THÉRIAULT, Joseph et LANDRY, Rodrigue (2004) *Le personnel enseignant face aux défis de l'enseignement en milieu minoritaire francophone*, Ottawa, Fédération canadienne des enseignantes et des enseignants, 37 p.
- GRABE, William (2002) «Narrative and expository macro-genres», dans JOHNS, Ann (dir.) *Genre in the Classroom: Multiple Perspectives*, Mahwah, Lawrence Erlbaum Associates, p. 249-267.
- GRAHAM, Steve (2006) «Strategy instruction and the teaching of writing», dans MACARTHUR, Charles, GRAHAM, Steve et FITZGERALD, Jill (dir.) *Handbook of Writing Research*, New York, The Guildford Press, p. 187-207.
- GREENE, Stuart et ACKERMAN, John (1995) «Expanding the Constructivist Metaphor: A Rhetorical Perspective on Literacy Research and Practice», *Review of Educational Research*, vol. 65, n° 4, p. 383-420.
- GRENIER, Sylvie, JONES, Stan, STRUCKER, John, MURRAY, Scott, GERVAIS, Ginette et BRINK, Satya (2008) *L'apprentissage de la littératie au Canada: constatations tirées de l'Enquête internationale sur les compétences en lecture*, Ottawa, Statistique Canada, 133 p.
- HAND, Brian, GUNEL, Murat et ULU, Cuneyt (2009) «Sequencing Embedded Multimodal Representations in a Writing to Learn Approach to the Teaching of Electricity», *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 46, n° 3, p. 225-247.

- HAND, Brian et KEYS, Carolyn (1999) «Inquiry investigation: A new approach to laboratory reports», *The Science Teacher*, vol. 66, n° 4, p. 27-29.
- HAND, Brian et PRAIN, Vaughan (2002) «Teachers implementing writing-to-learn strategies in junior secondary science: A case study», *Science Education*, vol. 86, n° 6, p. 737-755.
- HAND, Brian, PRAIN, Vaughan et YORE, Larry (2001) «Sequential writing tasks' influence on science learning», dans TYNJÄLÄ, Päivi, MASON, Lucia et LONKA, Kirsti (dir.) *Writing as a Learning Tool: Integrating Theory and Practice*, Dordrecht, Kluwer Academic, p. 105-129.
- HARE, Victoria Chou et BORCHARDT, Kathleen (1984) «Direct Instruction of Summarization Skills», *Reading Research Quarterly*, vol. 20, n° 1, p. 62-78.
- HARRIS, Karen et GRAHAM, Steve (2007) ««Marconi invented the radio so people who can't afford TVs can hear the news» - research on teaching powerful composition strategies we have and research we need», dans PRESSLEY, Michael, BILLMAN, Alison, PERRY, Kristen, REFFITT, Kelly et REYNOLDS, Julia Moorehead (dir.) *Shaping Literacy Achievement: Research we Have, Research we Need*, New York, The Guilford Press, p. 175-198.
- HILLOCKS, George (1986) *Research on Written Composition: New Directions for Teaching*, Urbana, ERIC Clearinghouse on Reading and Communication Skills and the National Conference on Research in English, 369 p.
- _____ (2006) «Two Decades of Research in Teaching Writing in the Secondary School in the US», *L1 - Educational Studies in Language and Literature*, vol. 6, n° 2, p. 27-51.
- HORWOOD, R.H. (1988) «Explanation and Description in Science Teaching», *Science Education*, vol. 72, n° 1, p. 41-49.
- HYLAND, Ken (2003) «Genre-based pedagogies: A social response to process», *Journal of Second Language Writing*, vol. 12, n° 1, p. 17-29.
- JANZEN, Joy (2008) «Teaching English Language Learners in the Content Areas», *Review of Educational Research*, vol. 78, n° 4, p. 1010-1038.
- JOHNS, Ann (dir.) (2002) *Genre in the Classroom*, Mahwah, Lawrence Erlbaum Associates, 349 p.
- KACHAN, Melissa R., GUILBERT, Sandra M. et BISANZ, Gay L. (2006) «Do teachers ask students to read news in secondary science?:

- Evidence from the Canadian context», *Science Education*, vol. 90, n° 3, p. 496-521.
- KAMIL, Michael (2003) *Adolescents and Literacy: Reading for the 21st Century*, Washington, Alliance for Excellent Education, 39 p.
- KAMIL, Michael et BERNHARDT, Elizabeth (2004) «The science of reading and the reading of science: Successes, failures, and promises in the search for prerequisite reading skills for science», dans SAUL, E. Wendy (dir.) *Crossing Borders in Literacy and Science Instruction: Perspectives on Theory and Practice*, Newark, International Reading Association, p. 123-139.
- KEYS, Carolyn W. (2000) «Investigating the Thinking Processes of Eighth Grade Writers during the Composition of a Scientific Laboratory Report», *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 37, n° 7, p. 676-690.
- KEYS, Carolyn W., HAND, Brian, PRAIN, Vaughan et COLLINS, Susan (1999) «Using the Science Writing Heuristic as a Tool for Learning from Laboratory Investigations in Secondary Science», *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 36, n° 10, p. 1065-1084.
- KINTSCH, Walter et VAN DIJK, Teun A. (1978) «Toward a model of text comprehension and production», *Psychological Review*, vol. 85, n° 5, p. 363-394.
- KLEIN, Perry (2000) «Elementary Students' Strategies for Writing-to-Learn in Science», *Cognition and Instruction*, vol. 18, n° 3, p. 317-348.
- (2006) «The Challenges of Science Literacy: From the Viewpoint of Second Generation Cognitive Science», *International Journal of Science Education*, vol. 28, n° 2-3, p. 143-178.
- KLEIN, Perry, PIACENTE-CIMINI, Sabrina et WILLIAMS, Laura (2007) «The role of writing in learning from analogies», *Learning and Instruction*, vol. 17, n° 6, p. 595-611.
- KLENTSCHY, Michael et MOLINA-DE LA TORRE, Elizabeth (2004) «Students' science notebooks and the inquiry process», dans SAUL, E. Wendy (dir.) *Crossing Borders in Literacy and Science Instruction: Perspectives on Theory and Practice*, Newark, International Reading Association, p. 340-354.
- KOURANY, Janet (1987) *Scientific Knowledge: Basic Issues in the Philosophy of Science*, Belmont, Wadsworth, 400 p.
- KUHN, Deanna (1993) «Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking», *Science Education*, vol. 77, n° 3, p. 319-337.

- LANGER, Judith (2001) «Beating the Odds: Teaching Middle and High School Students to Read and Write», *American Educational Research Journal*, vol. 38, n° 4, p. 837-880.
- LANGER, Judith et APPLEBEE, Arthur (1987) *How Writing Shapes Thinking*, Urbana, National Council of Teachers of English, 173 p.
- LEE, Okhee, DEAKTOR, Rachael A., HART, Juliet E., CUEVAS, Peggy et ENDERS, Craig (2005) «An instructional intervention's impact on the science and literacy achievement of culturally and linguistically diverse elementary students», *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 42, n° 8, p. 857-887.
- LEMKE, Jay L. (1990) *Talking Science: Language, Learning, and Values*, Norwood, Ablex Publishing Corporation, 276 p.
- (2000) «Multimedia Genres for Science Education and Scientific Literacy», Davis, Acquisition of Advanced Literacy Conference, University of California. [<http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/webs/nasa/Davis-NASA.htm>]
- (2004) «The literacies of science», dans SAUL, Wendy (dir.) *Crossing Borders in Literacy and Science Instruction: Perspectives on Theory and Practice*, Newark, International Reading Association, p. 33-47.
- MARTIN, James (1993) «Literacy in science: Learning to handle text as technology», dans HALLIDAY, Michael Alexander Kirkwood et MARTIN, James (dir.) *Writing Science: Literacy and Discursive Power*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, p. 166-202.
- McGINN, Michelle et ROTH, Wolff-Michael (1999) «Preparing Students for Competent Scientific Practice: Implications of Recent Research in Science and Technology Studies», *Educational Researcher*, vol. 28, n° 3, p. 14-24.
- NATIONAL CENTER FOR EDUCATION STATISTICS [NCES] (2009) *The Nation's Report Card: Reading 2009 (NCES 2010-458)*, Washington, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education, 70 p.
- NATIONAL INSTITUTE OF CHILD HEALTH AND HUMAN DEVELOPMENT [NICHD] (2000) *Report of the National Reading Panel: Teaching Children to Read*, Bethesda, National Institute of Child Health and Human Development, 33 p. [NIH Publication No. 00-4769] [<http://www.nichd.nih.gov/publications/nrp/smallbook.cfm>]
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL [NRC] (1996) *National Science Education Standards*, Washington, National Academy Press, 272 p.

- NEWELL, George (2006) «Writing to learn: How alternative theories of school writing account for student performance», dans MACARTHUR, Charles, GRAHAM, Steve et FITZGERALD, Jill (dir.) *Handbook of Writing Research*, New York, The Guildford Press, p. 235-247.
- NORRIS, Stephen P. et PHILLIPS, Linda M. (2003) «How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy», *Science Education*, vol. 87, n° 2, p. 224-240.
- NYSTRAND, Martin, GAMORAN, Adam et CARBONARO, William (2001) «On the ecology of classroom instruction: The case of writing in high school English and Social studies», dans TYNJÄLÄ, Päivi, MASON, Lucia et LONKA, Kirsti (dir.) *Writing as a Learning Tool: Integrating Theory and Practice*, Dordrecht, Kluwer Academic, p. 57-81.
- PRAIN, Vaughan (2006) «Learning from Writing in Secondary Science: Some Theoretical and Practical Implications», *International Journal of Science Education*, vol. 28, n°s 2-3, p. 179-201.
- PURCELL-GATES, Victoria, DUKE, Nell K. et MARTINEAU, Joseph A. (2007) «Learning to Read and Write Genre-Specific Text: Roles of Authentic Experience and Explicit Teaching», *Reading Research Quarterly*, vol. 42, n° 1, p. 8-45.
- RAND READING STUDY GROUP (2002) *Reading for understanding: Toward an R&D Program in Reading Comprehension*, Santa Monica, RAND, 156 p.
- RIVARD, Léonard (1994) «A Review of Writing to Learn in Science: Implications for Practice and Research», *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 31, n° 9, p. 969-983.
- (2001) «Summary Writing: A Multi-Grade Study of French-Immersion and Francophone Secondary Students», *Language, Culture and Curriculum*, vol. 14, n° 2, p. 171-186.
- (2004) «Are language-based activities in science effective for all students including low achievers?», *Science Education*, vol. 88, n° 3, p. 420-442.
- RIVARD, Léonard, CAVANAGH, Martine et EFFRAY-BUHL, Mathilde (en préparation) *Les types de textes en sciences*.
- RIVARD, Léonard et CORMIER, Marianne (2008) «Teaching Science to French-Speaking Students in English Canada Using an Instructional Congruence Model Involving Discourse-Enabling Strategies», *L1 - Educational Studies in Language and Literature*, vol. 8, n° 1, p. 23-41.
- (à paraître) «La lecture dans les cours de sciences au secondaire: bien préparer nos élèves pour demain», dans

MUJAWAMARIYA, Donatille (dir.) *L'enseignement des sciences en milieu francophone minoritaire, hier et aujourd'hui: quels espoirs pour demain*, Sudbury, Prise de parole.

RIVARD, Léonard et LEVESQUE, Annabel (soumis) «Francophone teachers' use of language-based activities while teaching secondary science: A cross-case study».

RIVARD, Léonard et STRAW, Stanley (2000) «The Effect of Talk and Writing on Learning Science: An Exploratory Study», *Science Education*, vol. 84, n° 5, p. 566-593.

SALAHU-DIN, Deborah, PERSKY, Hillary et MILLER, Jessica (2008) *The Nation's Report Card: Writing 2007: National Assessment of Educational Progress at Grades 8 and 12*, Washington, National Center for Education Statistics, Institut of Education Sciences, U.S. Department of Education, 71 p. [NCES 2008-468] [<http://nces.ed.gov/nationsreportcard/pubs/main2007/2008468.asp>]

SCHLEPPEGRELL, Mary (1998) «Grammar as Resource: Writing a Description», *Research in the Teaching of English*, vol. 32, n° 2, p. 182-211.

SCHNEUWLY, Bernard (1995) «Apprendre à écrire: une approche socio-historique», dans BOYER, Jean-Yves, DIONNE, Jean-Paul et RAYMOND, Patricia (dir.) *La production de textes: vers un modèle d'enseignement de l'écriture*, Montréal, Les Éditions Logiques, p. 73-100.

SCHUMACHER, Gary et NASH, Jane Gradwohl (1991) «Conceptualizing and Measuring Knowledge Change Due to Writing», *Research in the Teaching of English*, vol. 25, n° 1, p. 67-96.

SHANAHAN, Cynthia (2004) «Better textbooks, better readers and writers», dans SAUL, E. Wendy (dir.) *Crossing Borders in Literacy and Science Instruction: Perspectives on Theory and Practice*, Newark, International Reading Association, p. 370-382.

SHANAHAN, Timothy (2006) «Relations among oral language, reading, and writing development», dans MACARTHUR, Charles, GRAHAM, Steve et FITZGERALD, Jill (dir.) *Handbook of Writing Research*, New York, The Guildford Press, p. 171-183.

SLOTTE, Virpi et LONKA, Kirsti (2001) «Note taking and essay writing», dans TYNJÄLÄ, Päivi, MASON, Lucia, LONKA, Kirsti (dir.) *Writing as a Learning Tool: Integrating Theory and Practice*, Dordrecht, Kluwer Academic, p. 131-143.

TARDIF, Jacques (1992) *Pour un enseignement stratégique: l'apport de la psychologie cognitive*, Montréal, Les Éditions Logiques, 474 p.

- THAGARD, Paul (1992) «Analogy, Explanation, and Education», *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 29, n° 6, p. 537-544.
- TOULMIN, Stephen (1958) *The Uses of Argument*, Cambridge, Cambridge University Press, 264 p.
- TOULMIN, Stephen, RIEKE, Richard et JANIK, Allan (1984) *An Introduction to Reasoning*, New York, Macmillan, 343 p.
- TROIA, Gary (2007) «Research in writing instruction: What we know and what we need to know», dans PRESSLEY, Michael, BILLMAN, Alison, PERRY, Kristen, REFFITT, Kelly et REYNOLDS, Julia Moorehead (dir.) *Shaping Literacy Achievement: Research we Have, Research we Need*, New York, The Guilford Press, p. 129-156.
- TYNJÄLÄ, Päivi, MASON, Lucia et LONKA, Kirsti (dir.) (2001) *Writing as a Learning Tool: Integrating Theory and Practice*, Dordrecht, Kluwer Academic, 232 p.
- UNSWORTH, Len (1997) «Explaining explanations: Enhancing science learning and literacy development», *Australian Science Teachers Journal*, vol. 43, n° 1, p. 34-49.
- VENEZKY, Richard L. (2000) «The origins of the Present-Day Chasm Between Adult Literacy Needs and School Literacy Instruction», *Scientific Studies of Reading*, vol. 4, n° 1, p. 19-39.
- WALLACE, Carolyn, HAND, Brian et YANG, Eun-Mi (2004) «The science writing heuristic: Using writing as a tool for learning in the laboratory», dans SAUL, E. Wendy (dir.) *Crossing Borders in Literacy and Science Instruction: Perspectives on Theory and Practice*, Newark, International Reading Association, p. 355-367.
- WEBB, Stuart (2009) «The Effects of Pre-learning Vocabulary on Reading Comprehension and Writing», *The Canadian Modern Language Review / La Revue canadienne des langues vivantes*, vol. 65, n° 3, p. 441-470.
- WELLINGTON, Jerry et OSBORNE, Jonathan (2001) *Language and Literacy in Science Education*, Buckingham, Open University Press, 160 p.
- YORE, Larry (2004) «Why do future scientists need to study the language arts?», dans SAUL, E. Wendy (dir.) *Crossing Borders in Literacy and Science Instruction: Perspectives on Theory and Practice*, Newark, International Reading Association, p. 71-94.

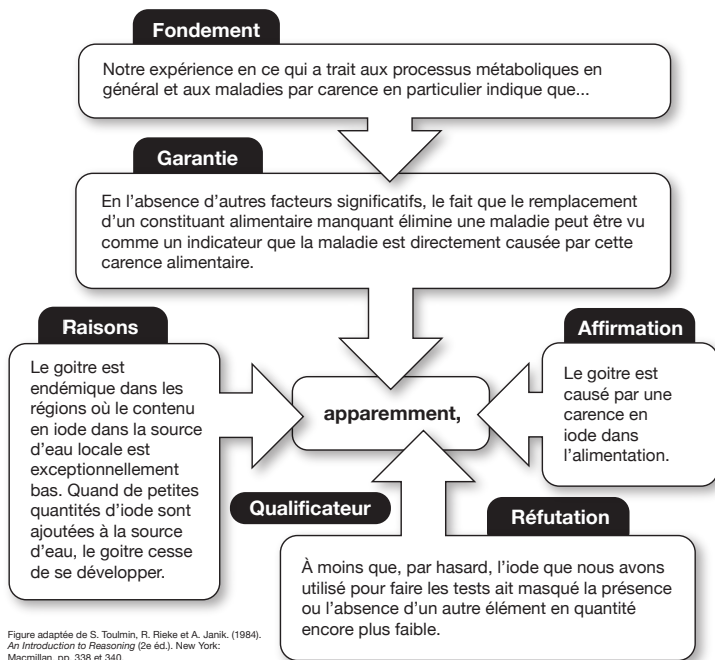
Annexe A

Cadre conceptuel pour développer des tâches d'écriture

Méthode de production	Destinataires	Intention	Types de texte
individuel	pairs	revoir	récit
	élèves plus jeunes	explorer	rapport
		planifier	guide d'instructions
		clarifier	
dyade	parents	réviser	lettre
	enseignants	interpréter	schéma conceptuel
		persuader	dépliant
		démontrer	pancarte
groupe	membres de la communauté	vérifier	
	soi-même	réviser	journal de bord
		concevoir	scénario
	autres groupes cibles	appliquer	
		évaluer	diagramme

Annexe B

Arguments scientifiques selon le modèle de Toulmin



Annexe C

Heuristique pour la rédaction scientifique (SWH):
gabarit à l'intention des enseignants

1. Exploration des connaissances antérieures des élèves au moyen de schémas conceptuels, individuels ou collectifs.
2. Activités préliminaires à l'investigation, par exemple écriture informelle, observation, remue-méninges, questionnement.
3. Investigation.
4. Phase de négociation I: l'élève construit le sens qu'il donne à l'investigation, par exemple en écrivant dans un journal de bord.
5. Phase de négociation II: les élèves partagent et comparent leurs interprétations en petits groupes, par exemple en construisant ensemble une pancarte.

6. Phase de négociation III: les élèves comparent leurs idées à celles trouvées dans des manuels scolaires ou dans d'autres ressources, par exemple en élaborant en groupe des réponses à des questions précises.
7. Phase de négociation IV: réflexion et rédaction individuelle d'un texte, par exemple un rapport ou un compte rendu.
8. Exploration de la compréhension des contenus chez les apprenants en utilisant un schéma conceptuel.

Annexe D

Heuristique pour la rédaction scientifique (SWH): gabarit à l'intention des élèves

1. Les idées de départ: quelles sont mes questions avant de mener l'investigation?
2. Méthode: qu'est-ce que j'ai fait pendant l'investigation?
3. Observations: qu'est-ce que j'ai noté pendant l'investigation?
4. Conclusions: quelles assertions puis-je avancer?
5. Données: quelles sont les preuves que je peux apporter?
6. Lecture: mes idées sont-elles semblables à celles des autres ou différentes des leurs?
7. Réflexion: comment mes idées ont-elles changé?